

注塑制品周边白线缺陷的分析及其改善

张增红 魏丽乔 许并社

(太原理工大学材料科学与工程学院, 太原 030024)

摘要 针对注塑制品在成型过程中常见的周边白线缺陷分析了其产生的原因,发现主要是由于聚合物在拉应力作用下应力集中而产生空化条纹状形变区,这些条纹平面区强烈地反射可见光,使材料表面形成一片银白色光泽。讨论了锁模力、模具、残余应力和内应力对注塑制品周边白线的影响,提出了改善注塑制品周边白线的方法。

关键词 注塑制品 白线 改善

注射成型是塑料成型中重要的方法之一,有80%以上的塑料制品是采用注射成型加工的。但是由于材料、成型工艺、模具设计、制品设计及设备等方面的影响,注塑制品经常会出现各种表观缺陷,影响制品的质量,甚至使制品报废^[1]。笔者就注塑制品中出现的周边白线缺陷产生的原因进行分析、探讨,并给出改善的方法。

1 实验部分

1.1 制品及其原料

制品:学习机中壳,见图1;

高抗冲聚苯乙烯(HIPS):470,蓝色,广州乙烯股份有限公司。

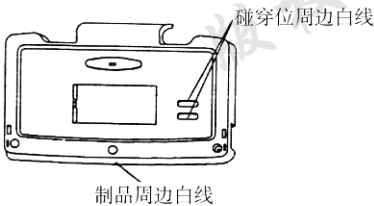


图1 学习机中壳外形

1.2 设备及注塑工艺

注塑机: J150E II 型, 日本日钢公司;
注塑模: 通用型, 委托有关单位加工。
壳体的注塑工艺条件如表1所示。

表1 注塑工艺条件

注塑压力 / MPa			注射速率 / cm ³ · s ⁻¹			锁模力 / kN
第1段	第2段	第3段	第1段	第2段	第3段	
70 ~75	63 ~95	60 ~75	19 ~24	50 ~55	25 ~30	1.2, 1.1, 1.0, 0.95, 0.90
注射位置 / mm					保压压力 / MPa	
起始	第1段	第2段	第3段	残余	第1段	第2段
105.0	95.0	30.0	25.0, 21.0	18.3	30, 41	35, 53

1.3 白线的形成

作为注塑制品缺陷之一的白线是指聚合物在拉

应力作用下由于应力集中而产生空化条纹状形变区,这些条纹平面区强烈地反射可见光,使材料表面形成一片银白色光泽。白线区域具有平均密度低于本体密度(受拉后体积增大)、退火后可回缩或消失、劣化严重时则变成裂纹的特点^[2]。图2为聚合物分子链在不同状态下分布示意图。

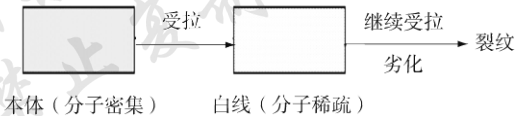


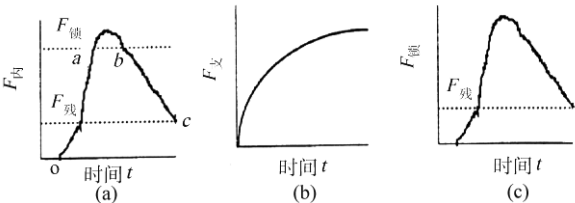
图2 聚合物分子链在不同状态下分布示意图

经常出现白线的位置包括: (1) 制品分型面附近; (2) 碰穿位周边; (3) 周边止口位; (4) 制品尖角、夹水纹处。

2 结果与讨论

2.1 锁模力不足对产生白线的影响

锁模力不足指模具锁紧力($F_{锁}$)小于充填时熔体对模具型腔的最大内胀力($F_{内max}$)。图3示出压力与时间的关系。其中图3a为型腔压力-时间($F_{内}-t$)曲线。图3a中 oa 段 $F_{锁} > F_{内}$,此阶段模具处于锁紧状态,进入 ab 段, $F_{锁} < F_{内}$,则模具被熔体胀开,制品分型面周边生成坡峰,进入 bc 段,因 $F_{锁} > F_{内}$,模具具有锁紧趋势,此时后型腔表面受到 $F_{内}$ 、



t —充填开始至开模的时间; $F_{内}$ —熔体对型腔的内胀力(变值);
 $F_{锁}$ —设定锁模力(定值); $F_{残}$ —制品残余应力
a— $F_{内}-t$ 时间曲线; b— $F_{锁}-t$ 时间曲线; c— $F_{残}-t$ 时间曲线

图3 压力与时间的关系

$F_{\text{锁}}$ 、 $F_{\text{支}}$ 等 3 个力作用,其中 $F_{\text{支}}$ 为熔体因逐渐冷却而对后型腔表面产生的一个支持力,此力随时间的变化关系见图 3b。

所以当 $F_{\text{锁}} > F_{\text{内}} + F_{\text{支}}$ 时,要合紧模具则制品受到压缩,由于周边有一定的脱模斜度,所以此时整个周边受到一个沿锁模方向的拉应力,而分型面处制件最薄弱(因有坡峰而存在尖角),故白线往往出现在图 4 尖角附近。

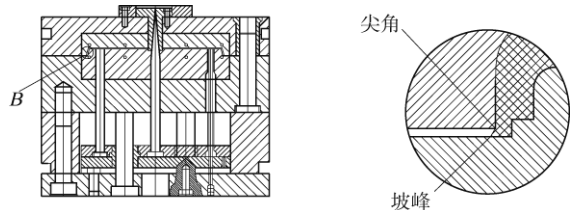


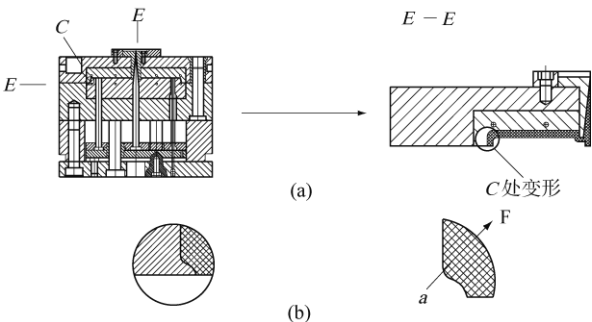
图 4 白线出现的位置

在锁模力足够的情况下, $F_{\text{锁}} > F_{\text{内max}}$, 模具在整个充填过程中处于锁紧状态,制品周边没有受到沿锁模方向的拉应力,且无坡峰产生,故不会因锁模力原因而产生白线,如图 3c 所示^[3]。

对因锁模力不足而产生的白线可通过增大锁模力防止模具胀开和加设多撑头使后模板不变形的方法来解决^[3]。

2.2 前模大镶件分型面发生永久变形对产生白线的影响

模具大镶件长期受压甚至有时实际锁模力超过其所能承受的最大压力,将导致大镶件的永久性变形,图 5 为分型面变形示意图。根据模具结构往往凹模易变形,见图 5a^[3]。模具变形形成了一个倒扣,脱模时倒扣对制品产生一个极大的挤压力 F ,如图 5b 所示。加之模具钢材强度远超过塑料强度,所以脱模时近似认为仅制件变形^[4]。随着变形的产生,继而产生了拉应力。变形越大,产生的拉应力也越大(与顶白原理相似)^[2],这样白线往往产生于变形量最大处(见图 5b 的 a 处)。



a—模具变形; b—制件受力变形

图 5 分型面变形示意图

因前模大镶件分型面发生永久变形产生的白线可通过下列方法改善:

(1) 适当降低保压压力,减小 $F_{\text{内max}}$,使 $F_{\text{锁}} > F_{\text{内max}}$,减小分型面变形;

(2) 选择冲击强度高的材料,使制品能承受较大的形变。比如,生产中发现 HIPS 制品产生白线较多,可选用冲击强度较高的 ABS;

(3) 适当升高模具温度,增大制品的塑性,减小脱模时的拉应力。

2.3 制品周边残余应力过大对产生白线的影响

脱模过程中制件外层从残余应力下突然进入大气压力,其内层挤压外层(残余应力超过大气压力),脱模时暴露在大气压中的制件部位迅速膨胀。图 6 示出制品残余应力对产生白线的影响。由图 6 可以看到制品 e 处受到极大的拉应力,因而此处易出现白线。白线之处往往都是受力较大或比较薄弱的地方。

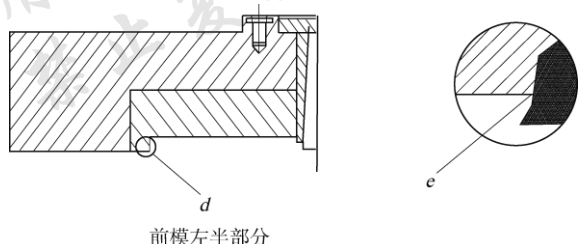


图 6 制品残余应力对产生白线的影响

对残余应力过大产生的白线可采用下列方法改善:

(1) 在保证制品合格的基础上,调节好保压切换点,减少保压和背压,避免制品过饱。

因为制品过饱会造成两种情况:①残余应力增大→脱膜时制品迅速膨胀→制品受模具挤压增大→挤压力周围伴随着拉应力增大;②分子链间距离减小→制品能承受的压缩程度降低→脱膜时制品受挤压增强(因脱模力很大)→挤压力周围伴随着拉应力增大。这两种情况都会使得变形增加,进而出现白线。

(2) 调整进浇口位置和尺寸,改变料流的流长比,使制品进浇口趋于平衡,避免局部物料过饱现象,使制品密度均匀。

(3) 改进制品设计,避免尖角,以改善周边止口位白线,如图 7 所示。

2.4 制品内应力集中处受环境因素作用对白线的影响

应力集中处(如尖角、熔接不好、高度取向等)

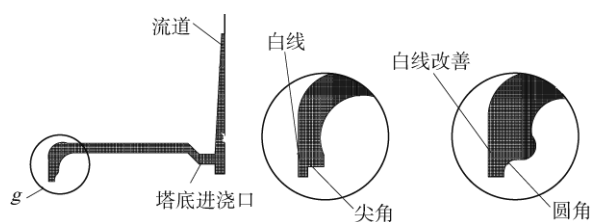


图 7 为改善周边止口位白线而进行的制品结构改进

是制品最薄弱的环节, 此处受化学物质、光照、浸湿、溶剂等作用时易破坏聚合物高分子链(收缩或断裂), 容易产生白线或裂纹。因此要注意充填时防止冷料进入型腔, 避免进浇口处产生内应力; 对薄壁制品, 其填充速度不宜太快, 熔体流程不宜太长, 避免制品内部分子链高度取向, 导致较大的内应力; 避免制品暴晒、浸湿或接触溶剂等。

3 结论

(1) 提高锁模力, 有利于白线的消除。如将锁模力从 0.90、0.95、1.00、1.10 MN 升至 1.20 MN, 制品周边和碰穿孔处的白线随锁模力的增大而消

失。

(2) 降低保压压力, 可减小 $F_{\text{内max}}$, 使 $F_{\text{锁}} > F_{\text{内max}}$, 消除白线。如将第 1 段保压压力从 41 MPa 降至 30 MPa, 第 2 段保压压力从 53 MPa 降至 35 MPa, 制品周边白线将全部消失。

(3) 调节保压切换点可减小残余应力, 有利于消除白线。如将第 3 段注射位置从 21.0 mm 升至 25.0 mm, 制品周边白线会明显消失。

(4) 改善制品的结构设计, 少选尖角, 可避免制件产生应力集中, 有利于防止制件周边出现白线。

参考文献

- 1 杨安, 陈绚. 注射成型塑料制品的常见缺陷及解决办法. 南昌高专学报, 2003, 50(3): 83
- 2 余冬蓉, 倪亚坤. 注塑制品常见的质量缺陷分析. 上海塑料, 2001, 6(2): 30
- 3 黄虹. 塑料成型加工与模具. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- 4 李海梅, 申长雨. 注塑成型及模具设计实用手册. 北京: 化学工业出版社, 2002.

ANALYZING AND IMPROVING FOR WHITE LINE ROUND INJECTION MOLDED PRODUCTS

Zhang Zenghong, Wei Liqiao, Xu Bingshe

(The College of Materials Science and Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

ABSTRACT The reasons caused the defect of white-line round the products in molding process are analyzed. It is found that the main reason is empty striation deformation area due to polymer stress concentration by tensile stress, and the striation area reflects visible light powerfully so that a silver gloss occurs on the surface of the material. The influences of locking force, mould, residual stress and internal stress on the white-line round injection products are discussed and the methods of improving white-line are put forward.

KEYWORDS injection product, white-line, improving

帝斯曼在华投资千万美元建塑料厂

精细化工企业荷兰帝斯曼集团(DSM)最近在上海宣布, 将在华追加数千万美元用于兴建新的聚合物工厂, 生产高粘度等级的聚酰胺 6(PA6)。

据悉, 新工厂将建在帝斯曼工程塑料位于江苏省江阴市的生产基地内。预计将于 2008 年投入运营, 大部分产品将面向亚太地区的包装薄膜生产商。同时, 新工厂的建立将使帝斯曼成为中国唯一一家涵盖 PA6 各个生产环节(包括原材料、聚合体及共混产品)的制造商。

帝斯曼工程塑料全球总裁 Jos Goessens 表示, 中国市场充满了广阔的商机, 新的聚合物工厂连同帝斯曼在中国投资的共混工厂和开发及服务中心, 将更好地扎根于中国和亚洲市场。

(石化网)

欢迎订阅 2007 年《现代塑料加工应用》杂志

全国各地邮局均可订阅 邮发代号 28-209

《现代塑料加工应用》是经国家科委批准、由中国石化集团公司塑料加工应用情报中心站和扬子石油化工股份有限公司研究院出版、中国石化扬子石油化工股份有限公司和

中国石化集团扬子石油化工有限责任公司主办, 在国内外公开发行的专业技术性期刊, 是全国中文核心期刊、美国化学文摘(CA)收录期刊、江苏省双十佳期刊。本刊重点报道塑料行业的新工艺、新技术、新设备、新产品和市场发展新动向, 是全国塑料加工行业中具影响力的杂志之一, 多年来深受广大读者的欢迎! 主要栏目: 论坛、试验研究、工业技术、助剂、机械与模具、分析测试、综述、市场分析、国内外信息等。读者对象: 从事塑料加工行业的领导、专家、科技人员、营销人员、生产管理人员及高等院校的师生。

《现代塑料加工应用》杂志为双月刊, 双月 20 日出版, 全年 6 期(8 元/期), 全年总定价 48 元

电话: 025-57783344 传真: 025-57784305

地址: 南京市六合区扬子石油化工股份有限公司研究院 邮编: 210048

E-mail: slbj@ypc.com.cn Http://www.plastappl.com

广告经营许可证号: 3201004970084 国内标准连续出版物号: CN 32-1326/TQ 邮发代号: 28-209 国际标准连续出版物号: ISSN 1004-3055 国外发行代号: 4716BM